

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-246885

(43)Date of publication of application : 14.09.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335
G09F 9/35

(21)Application number : 09-050792

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 05.03.1997

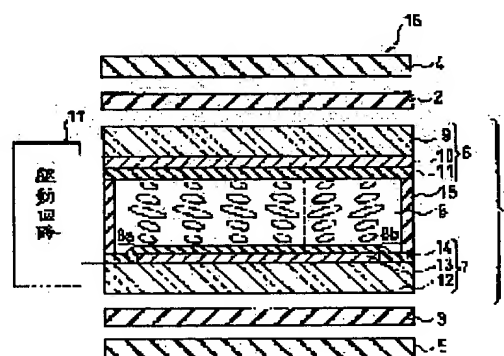
(72)Inventor : YAMAHARA MOTOHIRO
INOUE IICHIRO
MIZUSHIMA SHIGEMITSU

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the liquid crystal display device which can display an image with high quality by eliminating vertical and horizontal inversion, eliminating a phase difference corresponding to a field angle, and effectively preventing the coloration of a liquid crystal screen which is caused, specially, as field angle increases.

SOLUTION: Relating to the liquid crystal display device having at least one of optical phase difference plates 2 and 3 which have negative refractive index anisotropy ($n_a = n_c > n_b$) and has the direction of a main refractive index n_b parallel to the normal of the surface and the direction of a main refractive index n_a or n_c in the surface slanted clockwise or counterclockwise on the direction of the main refractive index n_a or n_c in the surface as an axis between a liquid crystal display element formed by charging a liquid crystal layer 8 between a couple of electrode substrates 6 and 7 and a couple of polarizers 4 and 5 arranged on both its sides, variation in the refractive anisotropy Δn of the liquid crystal material of the liquid crystal layer 8 with the wavelength of light is set within a range wherein the coloration of the liquid crystal screen depending upon the field angle is not generated and the liquid crystal layer 8 is divided at a different rate and oriented to different directions.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

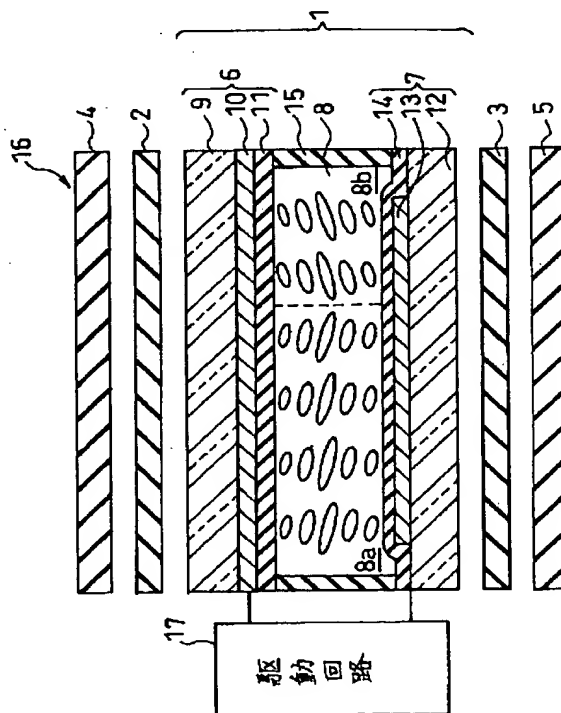
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)9月14日



【特許請求の範囲】

【請求項1】対向する表面に透明電極層及び配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、

上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光子と、
上記液晶表示素子と上記偏光子との間に少なくとも1枚介在された光学位相差板であって、屈折率楕円体の3つの主屈折率 n_a 、 n_b 、 n_c が $n_a = n_c > n_b$ という関係を有し、表面内の主屈折率 n_a または n_c の方向を軸として、表面の法線方向に平行な主屈折率 n_b の方向と、表面内の主屈折率 n_a または n_c の方向とが時計まわり、または反時計まわりに傾斜することにより、上記屈折率楕円体が傾斜している光学位相差板とを備えた液晶表示装置において、

上記配向膜が、各画素における上記液晶層が異なる比率で分割された分割液晶層をそれぞれ異なる方向に配向し、かつ、

上記液晶層における液晶材料の屈折率異方性 Δn の光の波長に対する変化が、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】上記液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ が、0以上0.010未満の範囲に設定されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】上記液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ が、0以上0.0055以下の範囲に設定されていることを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】上記液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ が、1以上1.07未満の範囲に設定されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項5】上記液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ が、1以上1.05以下の範囲に設定されていることを特徴とする請求項4に記載の液晶表示装置。

【請求項6】上記液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ が、0.96より大きく1以下の範囲に設定されていることを特徴とする請

求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項7】上記液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ が、0.975以上1以下の範囲に設定されていることを特徴とする請求項6に記載の液晶表示装置。

【請求項8】上記液晶層における液晶材料の、波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ が、0.060より大きく0.120より小さい範囲に設定されていることを特徴とする請求項1、2、4又は6に記載の液晶表示装置。

【請求項9】上記液晶層における液晶材料の、波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ が、0.070以上0.095以下の範囲に設定されていることを特徴とする請求項8に記載の液晶表示装置。

【請求項10】全ての光学位相差板において、屈折率楕円体の傾斜角が15°から75°の間に設定されていることを特徴とする請求項1、2、4、6又は8に記載の液晶表示装置。

【請求項11】全ての光学位相差板において、主屈折率 n_a と主屈折率 n_b との差と、光学位相差板の厚さ d との積 $(n_a - n_b) \times d$ が、80nmから250nmの間に設定されていることを特徴とする請求項1、2、4、6又は8に記載の液晶表示装置。

【請求項12】上記光学位相差板が、上記画素内で最も大きい上記分割液晶層に対して、上記配向膜の内面近傍の液晶分子が上記透明電極により電圧を印加されたときの傾斜方向と、屈折率楕円体の傾斜方向とが反対になるように配置されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項13】上記分割液晶層として第1分割液晶層とこれより小さい第2分割液晶層とが設けられ、上記第1分割液晶層と上記第2分割液晶層との大きさの比が6:4から19:1の範囲に設定されていることを特徴とする請求項12に記載の液晶表示装置。

【請求項14】上記第1分割液晶層と上記第2分割液晶層との大きさの比が7:3から9:1の範囲に設定されていることを特徴とする請求項13に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に関する。特に、液晶表示素子に光学位相差板を介在させることにより表示画面の視角依存性を改善する液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ネマティック液晶表示素子を用いた液晶表示装置は、従来、時計や電卓などの数値セグメント型表示装置に広く用いられていたが、最近においては、ワ

ードプロセッサ、ノート型パーソナルコンピュータ、車載用液晶テレビなどにも用いられるようになっている。

【0003】液晶表示素子は、一般に透光性の基板を有しており、この基板の上に、画素をオン・オフさせるために電極線などが形成されている。例えば、アクティブマトリクス型の液晶表示装置においては、薄膜トランジスタなどの能動素子が、液晶に電圧を印加する画素電極を選択駆動するスイッチング手段として上記の電極線とともに上記の基板の上に形成されている。さらに、カラー表示を行う液晶表示装置では、基板の上に赤色、緑色、青色などのカラーフィルタ層が設けられている。

【0004】上記のような液晶表示素子に用いられる液晶表示方式としては、液晶のツイスト角に応じて異なる方式が適宜選択される。例えば、アクティブ駆動型ツイストネマティック液晶表示方式（以降、TN方式と称する）や、マルチプレックス駆動型スーパーツイストネマティック液晶表示方式（以降、STN方式と称する）がよく知られている。

【0005】TN方式は、ネマティック液晶分子を90°捻じれた状態に配向し、その捻じれの方に光を導くことにより表示を行う。STN方式は、ネマティック液晶分子のツイスト角を90°以上に拡大することによって、液晶印加電圧のしきい値付近での透過率が急峻に変化することを利用している。

【0006】STN方式は、液晶の複屈折効果を利用するため、色の干渉によって表示画面の背景に特有の色が付く。このような不都合を解消し、STN方式で白黒表示を行うためには、光学補償板を用いることが有効であると考えられている。光学補償板を用いた表示方式としては、ダブルスーパーツイストネマティック位相補償方式（以降、DSTN方式と称する）と、光学的異方性を有するフィルムを配置したフィルム型位相補償方式（以降、フィルム付加型方式と称する）とに大別される。

【0007】DSTN方式は、表示用液晶セルおよびこの表示用液晶セルと逆方向のツイスト角で捻じれ配向させた液晶セルを有する2層型の構造を用いている。フィルム付加型方式は、光学的異方性を有するフィルムを配置した構造を用いる。軽量性、低コスト性の観点から、フィルム付加型方式が有力であると考えられている。このような位相補償方式の採用により白黒表示特性が改善されたため、STN方式の表示装置にカラーフィルタ層を設けてカラー表示を可能にしたカラーSTN液晶表示装置が実現されている。

【0008】一方、TN方式は、ノーマリブラック方式とノーマリホワイト方式とに大別される。ノーマリブラック方式は、一対の偏光板をその偏光方向が相互に平行になるように配置して、液晶層にオン電圧を印加しない状態（オフ状態）で黒を表示する。ノーマリホワイト方式は、一対の偏光板をその偏光方向が相互に直交するように配置して、オフ状態で白色を表示する。表示コント

ラスト、色再現性、表示の視角依存性などの観点からノーマリホワイト方式が有力である。

【0009】ところで、上記のTN液晶表示装置においては、液晶分子に屈折率異方性 Δn が存在していること、および、液晶分子が上下基板に対して傾斜して配向していることのために、観視者の見る方向や角度によって表示画像のコントラストが変化して、視角依存性が大きくなるという問題がある。

【0010】図12は、TN液晶表示素子31の断面構造を模式的に表したものである。この状態は中間調表示の電圧が印加され、液晶分子32がやや立ち上がっている場合を示している。このTN液晶表示素子31において、一対の基板33・34の表面の法線方向を通過する直線偏光35、および法線方向に対して傾きを持って通過する直線偏光36・37は、液晶分子32と交わる角度がそれぞれ異なっている。液晶分子32には屈折率異方性 Δn が存在するため、各方向の直線偏光35・36・37が液晶分子32を通過すると正常光と異常光とが発生し、これらの位相差に伴って楕円偏光に変換されることになり、これが視角依存性の発生源となる。

【0011】さらに、実際の液晶層の内部では、液晶分子32は、基板33と基板34との中間部付近と基板33または基板34の近傍とではチルト角が異なっており、また法線方向を軸として液晶分子32が90°捻じれている状態にある。

【0012】以上のことにより、液晶層を通過する直線偏光35・36・37は、その方向や角度によりさまざまな複屈折効果を受け、複雑な視角依存性を示すことになる。

【0013】上記の視角依存性として、具体的には、表示画面の法線方向から表示面の下方向である正視角方向に視角を傾けて行くと、ある角度以上で表示画像が着色する現象（以下、「着色現象」という）や、白黒が反転する現象（以下、「反転現象」という）が発生する。また、表示画面の上方向である反視角方向に視角を傾けて行くと、急激にコントラストが低下する。

【0014】また、上記の液晶表示装置では、表示画面が大きくなるにつれて、視野角が狭くなるという問題もある。大きな液晶表示画面を近い距離で正面方向から見ると、視角依存性の影響のため表示画面の上部と下部とで表示された色が異なる場合がある。これは表示画面全体を見る見込み角が大きくなり、表示画面をより斜めの方向から見るのと同じことになるからである。

【0015】このような視角依存性を改善するために、光学異方性を有する光学素子としての光学位相差板（位相差フィルム）を液晶表示素子と一方の偏光板との間に挿入することが提案されている（例えば、特開昭55-600号公報、特開昭56-97318号公報等参照）。

【0016】この方法は、屈折率異方性を有する液晶分

子を通過したために直線偏光から楕円偏光へ変換された光を、屈折率異方性を有する液晶層の片側または両側に介在させた光学位相差板を通過させることによって、視角に生ずる正常光と異常光の位相差変化を補償して直線偏光の光に再変換し、視角依存性の改善を可能にするものである。

【0017】このような光学位相差板として、屈折率楕円体の1つの主屈折率方向を光学位相差板表面の法線方向に対して平行にしたものが、例えば特開平5-313159号公報に記載されている。しかしながら、この光学位相差板を用いても、正視角方向の反転現象を改善するには限界がある。

【0018】そこで、特開平6-75116号公報には、光学位相差板として、屈折率楕円体の主屈折率方向が光学位相差板の表面の法線方向に対して傾斜しているものを用いる方法が提案されている。この方法では、光学位相差板として次の2種類のものを用いている。

【0019】一つは、屈折率楕円体の3つの主屈折率のうち、最小の主屈折率の方向が表面に対して平行であり、かつ残り2つの主屈折率の一方の方向が光学位相差板の表面に対して θ の角度で傾斜し、他方の方向も光学位相差板表面の法線方向に対して同様に θ の角度で傾斜しており、この θ の値が $20^\circ \leq \theta \leq 70^\circ$ を満たしている光学位相差板である。

【0020】もう一つは、屈折率楕円体の3つの主屈折率 n_a 、 n_b 、 n_c が $n_a = n_c > n_b$ という関係を有し、表面内の主屈折率 n_a または n_c の方向を軸として、表面の法線方向に平行な主屈折率 n_b の方向と、表面内の主屈折率 n_a または n_c の方向とが時計まわり、または反時計まわりに傾斜している、屈折率楕円体が傾斜した光学位相差板である。

【0021】上記の2種類の光学位相差板について、前者はそれぞれ一軸性のものと二軸性のものを用いることができる。また、後者は光学位相差板を1枚のみ用いるだけでなく、該光学位相差板を2枚組み合わせ、各々の主屈折率 n_b の傾斜方向が互いに 90° の角度をなすように設定したものをを用いることができる。

【0022】このような光学位相差板を液晶表示素子と偏光板との間に少なくとも1枚介在させることによって構成される液晶表示装置では、表示画像の視角に依存して生ずるコントラスト変化、着色現象、及び反転現象がある程度まで改善することができる。

【0023】また、反転現象を解消するための技術も種々案出されている。例えば、特開昭57-186725号公報には、各表示パターン（画素）を複数に区分し、区分されたそれぞれの部分が独立した視角特性を有するように配向制御を施す、いわゆる画素分割法が開示されている。この方法によれば、それぞれの区分において、液晶分子が互いに異なる方向に立ち上がるので、視角依存性を解消することができる。

【0024】また、特開平6-118406号公報及び特開平6-194645号公報には、上記の画素分割法に光学位相差板を組み合わせる技術が開示されている。

【0025】特開平6-118406号公報に開示されている液晶表示装置は、液晶パネルと偏光板との間に光学異方性フィルム（光学位相差板）が挿入されることにより、コントラストの向上などが図られている。特開平6-194645号公報に開示されている補償板（光学位相差板）は、補償板面に平行な方向の面内の屈折率がほぼなく、かつ補償板面に垂直な方向の屈折率が面内の屈折率より小さくなるように設定されていることにより、負の屈折率を有する。このため、電圧が印加されたときに、液晶表示素子に生じる正の屈折率を補償して、視角依存性を低減させることができる。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】ところが、今日のさらなる広視野角、高表示品位の液晶表示装置が望まれる状況下において、さらなる視角依存性の改善が要求されており、上記の特開平6-75116号公報で示された光学位相差板を用いただけでは必ずしも充分であるとは言えず、未だ改善の余地を有している。

【0027】また、反転現象を解消するための上記した画素分割法では、視角を上下方向に傾けたときの視角特性がほぼ対称になり、反転現象および視角依存性を解消することができるものの、上下方向に視角を傾けたときにコントラストが低下するという問題は解消されない。このため、表示された黒が白みを帯びてグレーに浮いたように見える。また、画素分割法を採用した上記の従来技術では、左右方向に視角を傾けたときに視角依存性が生じるという欠点もある。

【0028】また、上記の画素分割法に光学位相差板を介在させる手法は、視角を傾けたときに斜め 45° 方向で着色現象が発生する。また、画素を分割する比率が同じである液晶表示素子を用いているので、上下方向に視角を傾けたときのコントラストの低下を抑制することには限界がある。それは、次の理由による。

【0029】上記のような画素分割法では、画素の分割比率が同じであることにより、TN液晶表示素子の正視角方向（画面に垂直な方向から表示コントラストが良くなる方向）と反視角方向（画面に垂直な方向から表示コントラストが低下する方向）との視角特性が平均化される。ところが、実際の正視角方向の視角特性と反視角特性の視角特性は相反するので、上記の画素分割法に光学位相差板を組み合わせても、上下方向のコントラスト低下を均一に抑制することは難しい。特に、視角を正視角方向に傾けた場合、反転現象が発生したり、表示画像が黒くつぶれやすくなったりする傾向がある。

【0030】本発明は、上記した課題に鑑みなされたもので、その目的は、上記光学位相差板を介在した液晶表示装置において、液晶表示素子の各絵素における液晶層

が異なる比率で分割された分割液晶層をそれぞれ異なる方向に配向すると共に、液晶層に用いる液晶材料の波長に対する屈折率異方性 Δn の変化を最良な範囲に設定することで、光学位相差板による補償効果に加えてさらに視角依存性を改善することにより、特に反転現象と着色現象を効果的に改善することにある。

【0031】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項1の発明に係る液晶表示装置は、対向する表面に透明電極層及び配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光子と、上記液晶表示素子と上記偏光子との間に少なくとも1枚介在された光学位相差板であって、屈折率楕円体の3つの主屈折率 n_a 、 n_b 、 n_c が $n_a = n_c > n_b$ という関係を有し、表面内の主屈折率 n_a または n_c の方向を軸として、表面の法線方向に平行な主屈折率 n_b の方向と、表面内の主屈折率 n_a または n_c の方向とが時計まわり、または反時計まわりに傾斜することにより、上記屈折率楕円体が傾斜している光学位相差板とを備えた液晶表示装置において、上記配向膜が、各画素における上記液晶層が異なる比率で分割された分割液晶層をそれぞれ異なる方向に配向し、かつ、上記液晶層における液晶材料の屈折率異方性 Δn の光の波長に対する変化が、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定されていることを特徴としている。

【0032】上記構成によれば、直線偏光が複屈折性を有する液晶層を通過して、正常光と異常光とが発生し、これらの位相差に伴って楕円偏光に変換される場合、主屈折率 n_a 、 n_b 、 n_c が $n_a = n_c > n_b$ という関係にあり、主屈折率 n_b を含む屈折率楕円体の短軸を光学位相差板の表面の法線方向に対し傾斜させた光学位相差板を液晶層と偏光子との間に介在させれば、視角に応じて生ずる正常光と異常光との位相差変化が光学位相差板によって補償される。そして、上記の液晶表示装置では、異なる比率で分割された分割液晶層を有し、それぞれの分割液晶層の配向状態が上記のように制御された液晶表示素子と偏光子との間に光学位相差板が介在されている。これにより、相反する正視角方向の視角特性と反視角特性の視角特性との差をなくし、両視角特性を近づけることができる。それゆえ、視角を上下方向に傾けたときに生じるコントラストの低下および表示画像が白く見える傾向をほぼ均一に抑制することができる。特に、黒をより鮮明に表示することができる。

【0033】しかしながら、このような補償機能のみによっても、さらなる視角依存性の改善が要求されるなかでは必ずしも充分であるとは言えず、本願発明者らは、さらなる研究を重ねた結果、液晶層における液晶材料の屈折率異方性 Δn の光の波長に対する変化が、特に液晶

画面（表示画面）の着色に影響することを見出し、本発明を完成させるに至った。

【0034】本発明の液晶表示装置では、液晶表示素子に封入された液晶層における液晶材料の屈折率異方性 Δn の光の波長に対する変化を、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定している。これにより、画面の着色をより一層防止することが可能となった。尚、コントラスト変化や反転現象においても、光学位相差板及び分割液晶層の各補償機能に加えて、さらに改善することができた。

【0035】液晶材料の屈折率異方性 Δn の光の波長に対する変化の、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲とは、具体的には、請求項2、4、又は6に記載した範囲である。

【0036】即ち、請求項2に記載したように、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ を、0以上0.010未満の範囲に設定することである。

【0037】または、請求項4に記載したように、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ を、1以上1.07未満の範囲に設定することである。

【0038】または、液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ を、0.96より大きく1以下の範囲に設定することである。

【0039】少なくとも、これらの何れかの範囲とすることで、通常の液晶表示装置にて要求される視角50°において、若干の色付きはあるものの、どの方向から見ても充分に使用に耐えうるものとできる。

【0040】そして、視角70°といったさらに広視野角の液晶表示装置においては、液晶材料の屈折率異方性 Δn の光の波長に対する変化の範囲を、請求項3、5、又は7に記載した範囲とすることが好ましい。

【0041】即ち、請求項3に記載したように、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ を、0以上0.0055以下の範囲に設定する。

【0042】または、請求項5に記載したように、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ を、1以上1.05以下の範囲に設定す

10

20

30

40

50

る。

【0043】または、請求項7に記載したように、液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650)/\Delta n(550)$ を、0.975以上1以下の範囲に設定する。

【0044】これらの何れかの範囲とすることで、広視野角の液晶表示装置にて要求される視角70°においてあらゆる方向から見ても、全く着色現象のないものとなる。

【0045】また、請求項8に記載のように、上記した請求項1、2、4又は6の発明の液晶表示装置においては、液晶層における液晶材料の、波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を、0.060より大きく0.120より小さい範囲に設定することが好ましい。

【0046】これは、可視光領域の中心領域となる波長550nmの光に対する液晶材料の屈折率異方性 Δn

(550)が0.060以下または0.120以上の場合、視角方向によっては反転現象やコントラスト比の低下が発生することが確認されたためである。そこで、液晶材料の波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を、0.060より大きく0.120より小さい範囲に設定することにより、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差を解消することができるため、液晶画面において、視角に依存して生じる着色現象はもちろんのこと、コントラスト変化、左右方向の反転現象等もさらに改善することができる。

【0047】この場合、さらに、請求項9に記載のように、液晶層における液晶材料の、波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を、0.070以上0.095以下の範囲に設定することで、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差をより効果的に解消することができるため、液晶表示画像におけるコントラスト変化、左右方向の反転現象、着色現象を確実に改善することができる。

【0048】また、請求項10に記載のように、上記した請求項1、2、4、6又は8の発明の液晶表示装置においては、全ての光学位相差板において、屈折率楕円体の傾斜角が15°から75°の間に設定されていることが好ましい。

【0049】このように、液晶表示装置に介在される全ての光学位相差板において、屈折率楕円体の傾斜角を15°から75°の間に設定することで、前述した本発明の備えた光学位相差板による位相差の補償機能を確実に得ることができる。

【0050】また、請求項11に記載のように、上記した請求項1、2、4、6又は8の発明の液晶表示装置においては、全ての光学位相差板において、主屈折率 $n_{||}$

と主屈折率 n_{\perp} との差と、光学位相差板の厚さ d との積 $(n_{||} - n_{\perp}) \times d$ が、80nmから250nmの間に設定されていることが好ましい。

【0051】このように、液晶表示装置に介在される全ての光学位相差板において、主屈折率 $n_{||}$ と主屈折率 n_{\perp} との差と、光学位相差板の厚さ d との積 $(n_{||} - n_{\perp}) \times d$ を、80nmから250nmの間に設定することで、前述した本発明の備えた光学位相差板による位相差の補償機能を確実に得ることができる。

【0052】また、上記の液晶表示装置においては、上記光学位相差板が、上記画素内で最も大きい上記分割液晶層に対して、上記配向膜の内面近傍の液晶分子が上記透明電極により電圧を印加されたときの傾斜方向と、屈折率楕円体の傾斜方向とが反対になるように配置されていることが好ましい。

【0053】上記の構成において、最も大きい分割液晶層に対して、光学位相差板の表面に対する屈折率楕円体の傾斜方向と、電圧印加時の上記液晶分子の傾斜方向が反対であれば、その液晶分子による光学特性と屈折率楕円体すなわち光学位相差板の光学特性とが逆に設定される。したがって、配向膜の内面近傍の液晶分子は、配向の影響を受けて電圧印加時でも立ち上がらないが、その液晶分子による光学特性の偏りを光学位相差板で補償することができる。

【0054】これにより、視角を正視角方向に傾けたときに、反転現象が抑制され、かつ、黒くつぶれない良好な表示画像を得ることができる。また、視角を反視角方向に傾けたときにコントラストの低下が抑制されるので、白みを帯びない良好な表示画像を得ることができる。しかも、左右方向について反転現象を抑制することができる。

【0055】また、分割液晶層を2つの第1および第2分割液晶層に分割する場合、第1分割液晶層と第2分割液晶層との大きさの比が6:4から19:1の範囲に設定されていることが好ましい。これにより、屈折率楕円体の傾斜方向が特定された上記の構成において、視角特性をより向上させることができる。さらに、第1分割液晶層と第2分割液晶層との大きさの比が7:3から9:1の範囲に設定されていれば、極めて良好な視角特性を実現することができる。

【0056】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図1ないし図9に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0057】本実施の形態に係る液晶表示装置は、図1に示すように、液晶表示素子1と、一对の光学位相差板2・3と、一对の偏光板(偏光子)4・5とを備えている。

【0058】液晶表示素子1は、対向して配される電極基板6・7の間に液晶層8を挟む構造をなしている。電

極基板6は、ベースとなるガラス基板（透光性基板）9の液晶層8側の表面にITO（インジウム錫酸化物）からなる透明電極10が形成され、その上に配向膜11が形成されている。電極基板7は、ベースとなるガラス基板（透光性基板）12の液晶層8側の表面にITOからなる透明電極13が形成され、その上に配向膜14が形成されている。

【0059】簡略化のため、図1は2画素分の構成を示しているが、液晶表示素子1の全体において、所定幅の帯状の透明電極10・13は、ガラス基板9・12のそれぞれに所定間隔をおいて配され、かつ、ガラス基板9・12間では基板面に垂直な方向から見て相互に直交するように形成されている。両透明電極10・13が交差する部分は表示を行なう画素に相当し、これらの画素は本液晶表示装置の全体においてマトリクス状に配設されている。

【0060】電極基板6・7は、シール樹脂15により貼り合わされており、電極基板6・7とシール樹脂15とによって形成される空間内に液晶層8が封入されている。尚、詳細については後述するが、本液晶表示装置における液晶層8は、光学位相差板2・3による位相差の補償機能と最良な特性を有する組み合わせとなるように、液晶層8を構成する液晶材料にその屈折率異方性 Δn が所定の条件を満たすようなものが選択されている。また、透明電極10・13は、駆動回路17により表示データに基づいた電圧が印加される。

【0061】本液晶表示装置において、上記の液晶表示素子1に光学位相差板2・3と偏光板（偏光子）4・5とが形成されてなるユニットが液晶セル16である。配向膜11・14は、互いに状態の異なる2つの領域を有している。これにより、液晶層8において上記の2つの領域に面する第1分割部8aと第2分割部8bとでは、液晶分子の配向状態が異なるように制御される。尚、詳細については後述するが、上記の液晶層8の分割比は、視角を上下方向および左右方向に傾けたときの視角特性を向上させるために、異なるように設定されている。配向膜11・14は、2つの領域間で、液晶分子に付与するプレティルト角を異ならせたり、液晶分子のティルト方向を基板面に垂直な方向について反対向きにさせたりして上記のような異なる配向状態を与える。

【0062】光学位相差板2・3は、液晶表示素子1とその両側に配される偏光板4・5との間にそれぞれ介在される。光学位相差板2・3は、透明な有機高分子からなる支持体にディスコティック液晶が傾斜配向またはハイブリッド配向され、かつ架橋されることにより形成されている。これにより、光学位相差板2・3における後述の屈折率楕円体が、光学位相差板2・3に対し傾斜するように形成される。

【0063】光学位相差板2・3の支持体としては、一般に偏光板によく用いられるトリアセチルセルロース

(TAC)が信頼性も高く適している。それ以外では、ポリカーボネート(PC)、ポリエチレンテレフタレート(PET)などの耐環境性や耐薬品性に優れた無色透明の有機高分子フィルムが適している。

【0064】図3に示すように、光学位相差板2・3は、異なる3方向の主屈折率 n_x ・ n_y ・ n_z を有している。主屈折率 n_x の方向は、互いに直交座標xyzにおける各座標軸のうちy座標軸と方向が一致している。主屈折率 n_y の方向は、光学位相差板2・3において画面に対応する表面に垂直なz座標軸（表面の法線方向）に対し矢印Aの方向に θ 傾いている。

【0065】光学位相差板2・3は、各主屈折率が $n_x = n_z > n_y$ という関係を満たしている。これにより、光学軸が1つのみ存在するので、光学位相差板2・3は一軸性を備え、また、屈折率異方性が負になる。光学位相差板2・3の第1のリタデーション値 $(n_x - n_y) \times d$ は、 $n_x = n_z$ であるため、ほぼ0nmである。第2のリタデーション値 $(n_x - n_y) \times d$ は、80nm～250nmの範囲内で任意の値に設定される。第2のリタデーション値 $(n_x - n_y) \times d$ をこのような範囲内に設定することで、光学位相差板2・3による位相差の補償機能を確実に得ることができる。尚、上記の $n_x - n_y$ および $n_z - n_y$ は屈折率異方性 Δn を表し、dは光学位相差板2・3の厚みを表している。

【0066】また、光学位相差板2・3の主屈折率 n_y が傾いている角度 θ 、即ち、屈折率楕円体の傾斜角度 θ は、 $15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$ の範囲内で任意の値に設定される。傾斜角度 θ をこのような範囲内に設定することで、屈折率楕円体の傾斜の方向が時計回り反時計回りに係わらず、光学位相差板2・3による位相差の補償機能を確実に得ることができる。

【0067】尚、光学位相差板2・3の配置については、光学位相差板2・3のうちの何れか一方のみを片側に配置した構成でも、また、光学位相差板2・3を片側に重ねて配置することもできる。さらに、3枚以上の光学位相差板を用いることもできる。

【0068】そして、図4に示すように、本液晶表示装置においては、液晶表示素子1における偏光板4・5は、その吸収軸 AX_1 ・ AX_2 が前記の配向膜11・14（図1参照）に接する液晶分子の長軸 L_1 ・ L_2 とそれぞれ直交するように配置される。本液晶表示装置では、長軸 L_1 ・ L_2 が互いに直交しているため、吸収軸 AX_1 ・ AX_2 も互いに直交している。

【0069】ここで、図3に示すように、光学位相差板2・3に異方性を与える方向に傾斜する主屈折率 n_y の方向が光学位相差板2・3の表面に投影された方向をDと定義する。図4に示すように、光学位相差板2は方向D（方向 D_1 ）が長軸 L_1 と平行になるように配され、光学位相差板3は方向D（方向 D_2 ）が長軸 L_2 と平行になるように配される。

【0070】上記のような光学位相差板2・3および偏光板4・5の配置により、本液晶表示装置は、オフ時において光を透過して白色表示を行ういわゆるノーマリホワイト表示を行う。

【0071】一般に、液晶や光学位相差板（位相差フィルム）といった光学異方体においては、上記のような3次元方向の主屈折率 $n_a \cdot n_e \cdot n_o$ の異方性が屈折率楕円体で表される。屈折率異方性 Δn は、この屈折率楕円体をどの方向から観察するかによって異なる値になる。

【0072】次に、前述した、液晶層8について詳細に説明する。前述したように、液晶層8においては、視角を上下方向および左右方向に傾けたときの視角特性を向上させるために、異なる分割比で分割されている。

【0073】具体的には、液晶層8が、第1分割部8aと第2分割部8bとが異なる比率となるように分割されており、その比は6:4から19:1の範囲内となるように設定されている。また、配向膜11・14は、図2に示すように、第1分割部8aと第2分割部8bのそれぞれに対し直交するプレティルト方向で液晶分子を配向させる。また、配向膜11のプレティルト方向 $P_1 \cdot P_2$ は、第1分割部8aと第2分割部8bとで互いに逆方向となるように設定されている。配向膜14のプレティルト方向 $P_3 \cdot P_4$ も同様に互いに逆方向となるように設定されている。尚、液晶層8は、透明電極10・13の何れの長手方向に沿って分割されていてもよい。

【0074】このような液晶層8を有する液晶表示素子1に光学位相差板2・3を組み合わせれば、正視角方向の視角特性と反視角特性の視角特性とに適した配向状態を得ることができる。これにより、視角を上下方向に傾けたときに生じるコントラストの低下および表示画像が白く見える傾向を抑制することができる。この結果、特に、コントラストの低下の影響を大きく受ける黒をより黒らしく鮮明に表示することができる。

【0075】また、液晶表示素子1においては、1画素当たりの液晶層8において最も大きい第1分割部8aに対して、前記の屈折率楕円体の光学位相差板2・3に対する傾斜方向と、配向膜11・14の近傍に配される液晶分子のプレティルト方向とが反対となるように設定することがさらに望ましく、本液晶表示装置では、この設定となっている。

【0076】これにより、液晶表示素子1への電圧印加時に、配向の影響を受けて傾斜したままの状態にある上記液晶分子による光学特性の偏りを光学位相差板2・3で補償することができる。

【0077】その結果、視角を正視角方向に傾けたときの反転現象が抑制され、黒くつぶれない良好な表示画像を得ることができる。また、視角を反視角方向に傾けたときにコントラストの低下が抑制されるので、白みを帯びない良好な表示画像を得ることができる。その上、左

右方向について反転現象を抑制することも可能になる。

【0078】さらに、液晶層8においては、この異なる比率の画素分割に加えて、前述した如く、光学位相差板2・3による位相差の補償機能と最良な特性を有する組み合わせとなるように、液晶層8を構成する液晶材料にその屈折率異方性 Δn が所定の条件、即ち、屈折率異方性 Δn の光の波長に対する変化が視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定された液晶材料が用いられている。

10 【0079】具体的には、以下に示す①～③の少なくとも1つの設定範囲の条件を満たすように設計された液晶材料が注入されている。

【0080】① 液晶材料の波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差である $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ を、0以上0.010未満の範囲に設定する。より好ましくは、上記の $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ を0以上0.0055以下の範囲に設定することである。

20 【0081】② 液晶材料の波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比である $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ を、1以上1.07未満の範囲に設定する。より好ましくは、上記 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ を1以上1.05以下の範囲に設定することである。

30 【0082】③ 液晶材料の波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比である $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ を、0.960より大きく1以下の範囲に設定する。より好ましくは、上記 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ を0.975以上1以下の範囲に設定することである。

【0083】このような①～③の少なくとも1つを満たすように設計された液晶材料を用いることで、光学位相差板2・3による位相差の補償機能による表示画面の視角に依存して生ずるコントラスト変化、反転現象、着色現象の改善のみならず、表示画面の着色現象を特に効果的に改善できる。

40 【0084】詳しく述べると、①～③の広い方の範囲を少なくとも1つを満たすように設計された液晶材料を用いることで、通常の液晶表示装置にて要求される視角50°において、若干の色付きはあるものの、どの方向から見ても十分に使用に耐えるものとなる。また、

特に上記①～③におけるより好ましいとした範囲を少なくとも1つ満たすことで、視角70°でどの方向から見ても着色の一切ないものとなる。また、①～③の少なくとも1つを満たすように設計された液晶材料を用いることで、コントラスト変化、反転現象についても、光学位相差板2・3の補償機能のみの場合よりも改善が図れ

る。

【0085】そして、さらに好ましくは、上記①～③の少なくとも1つの設定範囲の条件が満たされていると共に、以下に示す④の設定範囲の条件が同時に満たされていることであり、本液晶表示装置の液晶層8においては、④の設定範囲の条件をも満たすものである。

【0086】④ 液晶材料の波長550nmの光に対する屈折率異方性 Δn (550)を、0.060より大きく0.120より小さい範囲に設定する。より好ましくは、上記 Δn (550)を、0.070以上0.095以下の範囲に設定することである。

【0087】このような④の設定条件をも満たすことで、光学位相差板2・3による位相差の補償機能、及び①～③の設定範囲の条件としたことによる補償機能による視角依存性の改善に加えて、反視角方向のコントラスト比の低下、左右方向の反転現象をより一層改善することが可能となる。

【0088】図5に、本液晶表示装置における液晶層8に用いることのできる一液晶材料の、波長(λ)に対する Δn (λ) (波長-屈折率異方性 Δn 特性)を、実線の曲線aにて示す。尚、図5には、従来の液晶表示装置における液晶層に用いられている一液晶材料の波長(λ)に対する Δn (λ)を、一点鎖線の曲線bにて比較のために示す。

【0089】曲線aと曲線bとを比べて見ることで明らかのように、本液晶表示装置の液晶層8に用いることのできる液晶材料の波長(λ)に対する Δn (λ)は、従来の液晶表示装置の液晶材料のものに比べて傾斜が緩やかで、やや右下がりのほぼ平らな状態である。

【0090】また、図6には、本液晶表示装置における液晶層8に用いることのできる他の一液晶材料の、波長(λ)に対する Δn (λ)/ Δn (550)を、実線の曲線cにて示す。尚、図6には、従来の液晶表示装置における液晶層に用いられている他の一液晶材料の波長(λ)に対する Δn (λ)/ Δn (550)を、一点鎖線の曲線dにて比較のために示す。

【0091】曲線cと曲線dとを比べて見ることで明らかのように、本液晶表示装置の液晶層8に用いることのできる液晶材料の波長(λ)に対する Δn (λ)/ Δn (550)も、従来の液晶表示装置の液晶材料のものに比べて傾斜が緩やかなものとなる。

【0092】このような構成とすることで、本実施の形態の液晶表示装置では、液晶表示素子1に生じる視角に対応する位相差を光学位相差板2・3による補償機能と

共に、液晶層8における液晶材料の波長に対する屈折率異方性 Δn の変化を、液晶画面の着色が生じない範囲に設定することによる補償機能により、視角に依存した表示画面の着色が特に効果的に改善され、同時に、コントラスト変化、反転現象も改善され、高品質の画像を表示できる。

【0093】なお、本実施の形態においては、単純マトリクス方式の液晶表示装置について述べたが、本発明は、これ以外に、TFTなどの能動スイッチング素子を用いたアクティブマトリクス方式の液晶表示装置についても適用が可能である。

【0094】次に、上記のように構成される本実施の形態に係る実施例を、比較例と共に説明する。

【0095】(実施例1) 本実施例では、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、波長450nmにおける屈折率異方性 Δn (450)と波長650nmにおける屈折率異方性 Δn (650)との差である Δn (450)- Δn (650)がそれぞれ、0、0.0030、0.0055、0.0070、0.0090に設定された液晶材料を用い、セル厚(液晶層8の厚み)を5 μ mとした、5つのサンプル#1～#5を用意した。

【0096】サンプル#1～#5における光学位相差板2・3としては、透明な支持体(例えば、トリアセチルセルロース(TAC)等)にディスコティック液晶を塗布し、ディスコティック液晶を傾斜配向させて架橋して形成してなる、上述の第1のリタデーション値が0nm、上述の第2のリタデーション値が100nmであり、主屈折率 n_o の方向がxyz軸座標におけるz軸方向に対して矢印Aで示す方向に約20°となるように傾いており、同様に主屈折率 n_o の方向がx軸に対して矢印Bで示す方向に約20°の角度をなしているもの(即ち、屈折率楕円体の傾斜角度 $\theta=20^\circ$ のもの)を用いた。

【0097】また、本実施例に対する比較例として、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、上記 Δn (450)- Δn (650)が0.010の液晶材料を用いた以外は本実施例と同様の比較サンプル#100を用意した。

【0098】上記のサンプル#1～#5及び比較サンプル#100について、白色光のもと目視試験を行なった結果を表1に示す。

【0099】

【表1】

視角 (θ)	$\Delta n(450) - \Delta n(650)$ ($\times 10^{-2}$)					
	0	3.0	5.5	7.0	9.0	1.0
	#1	#2	#3	#4	#5	#100
50°	○	○	○	○	△	×
60°	○	○	○	○	×	×
70°	○	○	○	×	×	×

(表中、○：着色なし、△：使用に耐えうる程度の着色あり、×：使用に耐えない程度の着色あり)

【0100】実施例のサンプル#1～#3については、視角を70°としてどの方向から見ても着色は確認されず良好な画質であった。サンプル#4では、視角60°まではどの方向から見ても着色は確認されず良好な画質であった。サンプル#5では、視角50°にて左右方向から見た場合に若干の着色が確認されたが、使用に耐えうる程度の着色であった。

【0101】これに対し、比較例サンプル#100では、視角50°においてでさえ左右方向から見た場合に、使用に耐えない程の黄色からだいたい色の着色が確認された。

【0102】また、光学位相差板2・3として、透明な支持体にディスコティック液晶をハイブリッド配向させた以外は、本実施例のサンプル#1～サンプル#5、比較サンプル#100と同様のサンプル、比較サンプルについても、上記と同様の結果が得られた。

【0103】(実施例2) 本実施例では、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、波長450 nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550 nm

10*nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ との比である $\Delta n(450)/\Delta n(550)$ がそれぞれ、1、1.03、1.05、1.06、1.065に設定された液晶材料を用い、セル厚(液晶層8の厚み)を5 μ mとした、5つのサンプル#6～#10を用意した。

【0104】サンプル#6～#10における光学位相差板2・3としては、ディスコティック液晶を傾斜配向した前述の実施例1における光学位相差板2・3と同様のものを用いた。

【0105】また、本実施例に対する比較例として、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、上記 $\Delta n(450)/\Delta n(550)$ が、1.07の液晶材料を用いた以外は本実施例と同様の比較サンプル#101を用意した。

【0106】上記のサンプル#6～#10及び比較サンプル#101について、白色光のもと目視試験を行なった結果を表2に示す。

【0107】

【表2】

視角 (θ)	$\Delta n(450)/\Delta n(550)$					
	1	1.03	1.05	1.06	1.065	1.07
	#6	#7	#8	#9	#10	#101
50°	○	○	○	○	△	×
60°	○	○	○	△	×	×
70°	○	○	○	×	×	×

(表中、○：着色なし、△：使用に耐えうる程度の着色あり、×：使用に耐えない程度の着色あり)

【0108】実施例のサンプル#6～#8については、視角を70°としてどの方向から見ても着色は確認されず良好な画質であった。サンプル#9では、視角50°ではどの方向から見ても着色は確認されなかったが、視角60°においては、左右方向から見た場合に若干の着色が確認された。しかしながら、これは充分使用に耐えうる程度の着色であった。サンプル#10では、視角50°にて左右方向から見た場合に若干の着色が確認されたが、これも使用に耐えうる程度のものであった。

【0109】これに対し、比較例サンプル#101では、視角50°においてでさえ左右方向から見た場合に、使用に耐えない程の黄色からだいたい色の着色が確

認された。

【0110】また、光学位相差板2・3として、透明な支持体にディスコティック液晶をハイブリッド配向させた以外は、本実施例のサンプル#6～サンプル#10、比較サンプル#101と同様のサンプル、比較サンプルについても、上記と同様の結果が得られた。

【0111】(実施例3) 本実施例では、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、波長650 nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550 nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ との比である $\Delta n(650)/\Delta n(550)$ がそれぞれ、1、0.980、0.975、0.970、0.965に設定さ

れた液晶材料を用い、セル厚（液晶層8の厚み）を5 μ mとした、5つのサンプル#11～#15を用意した。

【0112】サンプル#11～#15における光学位相差板2・3としては、ディスコティック液晶を傾斜配向した前述の実施例1における光学位相差板2・3と同様のものを用いた。

【0113】また、本実施例に対する比較例として、図1の液晶表示装置における液晶セル16の液晶層8に、*

*上記 $\Delta n(650)/\Delta n(550)$ が、0.960の液晶材料を用いた以外は本実施例と同様の比較サンプル#102を用意した。

【0114】上記のサンプル#11～#15及び比較サンプル#102について、白色光のもと目視試験を行なった結果を表3に示す。

【0115】

【表3】

視角 (θ)	$\Delta n(650)/\Delta n(550)$					
	1	0.980	0.975	0.970	0.965	0.960
	#11	#12	#13	#14	#15	#102
50°	○	○	○	○	△	×
60°	○	○	○	△	×	×
70°	○	○	○	×	×	×

（表中、○：着色なし、△：使用に耐えうる程度の着色あり、×：使用に耐えない程度の着色あり）

【0116】実施例のサンプル#11～#13については、視角を70°としてどの方向から見ても着色は確認されず良好な画質であった。サンプル#14では、視角50°ではどの方向から見ても着色は確認されなかったが、視角60°においては、左右方向から見た場合に若干の着色が確認された。しかしながら、これは十分に使用に耐えうる程度の着色であった。サンプル#15では、視角50°にて左右方向から見た場合に若干の着色が確認されたが、これも使用に耐えうる程度であった。

【0117】これに対し、比較例サンプル#102では、視角50°においてでさえ左右方向から見た場合に、使用に耐えない程の黄色からだいたい色の着色が確認された。

【0118】また、光学位相差板2・3として、透明な支持体にディスコティック液晶をハイブリッド配向させた以外は、本実施例のサンプル#11～サンプル#15、比較サンプル#102と同様のサンプル、比較サンプルについても、上記と同様の結果が得られた。

【0119】（実施例4）ここでは、図7に示すように、受光素子21、増幅器22および記録装置23を備えた測定系を用いて、液晶表示装置の視角依存性を測定した。液晶表示装置の液晶セル16は、前記のガラス基板9側の面16aが直交座標xyzの基準面x-yに位置するように設置されている。受光素子21は、一定の立体受光角で受光し得る素子であり、面16aに垂直なz方向に対して角度 ϕ （視角）をなす方向における、座標原点から所定距離をおいた位置に配置されている。

【0120】測定時には、本測定系に設置された液晶セル16に対し、面16aの反対側の面から波長550nmの単色光を照射する。液晶セル16を透過した単色光の一部は、受光素子21に入射する。受光素子21の出力は、増幅器22で所定のレベルに増幅された後、波形

メモリ、レコーダなどの記録装置23によって記録される。

【0121】本実施例では、図1の液晶セル16における液晶層8に波長550nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ がそれぞれ、0.070、0.080、0.095に設定された液晶材料を用い、セル厚（液晶層8の厚み）を5 μ mとした3つのサンプル#16～#18を用意した。

【0122】サンプル#16～#18における位相差板2・3としては、ディスコティック液晶を傾斜配向した前述の実施例1における位相差板2・3と同様のものを用いた。

【0123】このようなサンプル#16～#18を、図7に示す測定系に設置して、受光素子21が一定の角度 ϕ で固定された場合の、サンプル#16～#18への印加電圧に対する受光素子21の出力レベルを測定した。

【0124】測定は、50°の角度 ϕ となるように受光素子21を配置し、y方向が画面の上側であり、x方向が画面の左側であると仮定して、受光素子21の配置位置を上方向、左方向、左右方向にそれぞれ変えて行われた。

【0125】その結果を、図8(a)～(c)に示す。図8(a)～(c)は、サンプル#16～#18に印加される電圧に対する光の透過率（透過率－液晶印加電圧特性）を表したグラフである。

【0126】図8(a)が図2の上方向から測定を行った結果であり、図8(b)が図2の下方向、図8(c)が左右方向から測定をそれぞれ行った結果である。

【0127】図8(a)～(c)において、それぞれ一点鎖線で示す曲線L1・L4・L7が、液晶層8に $\Delta n(550)=0.070$ の液晶材料を用いたサンプル#16のもので、実線で示す曲線L2・L5・L8が、液

晶層8に $\Delta n(550) = 0.080$ の液晶材料を用いたサンプル#17のもので、破線で示す曲線L3・L6・L9が、液晶層8に $\Delta n(550) = 0.095$ の液晶材料を用いたサンプル#18のものである。

【0128】また、実施例に対する比較例として、図1の液晶セル16における液晶層8に波長550nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ がそれぞれ、0.060、0.120に設定された液晶材料を用いた以外は実施例と同様の2つの比較サンプル#103・#104を用意し、図7に示す測定系に設置して、本実施例と同様の方法で受光素子21が一定の角度 ϕ で固定された場合の比較サンプル#103・#104への印加電圧に対する受光素子21の出力レベルを測定した。

【0129】測定は、本実施例と同様に、 50° の角度 ϕ となるように受光素子21を配置し、y方向が画面の上側であり、x方向が画面の左側であると仮定して、受光素子21の配置位置を上方向、下方向、左右方向にそれぞれ変えて行われた。

【0130】その結果を、図9(a)～(c)に示す。図9(a)～(c)は、比較サンプル#103・#104に印加される電圧に対する光の透過率(透過率-液晶印加電圧特性)を表したグラフである。

【0131】図9(a)が図2の上方向からの測定を行った結果であり、図9(b)が図2の下方向、図9(c)が左右方向からの測定をそれぞれ行った結果である。

【0132】図9(a)～(c)において、それぞれ実線で示す曲線L10・L12・L14が、液晶層8に $\Delta n(550) = 0.060$ の液晶材料を用いた比較サンプル#103のもので、破線で示す曲線L11・L13・L15が、液晶層8に $\Delta n(550)$ が0.120の液晶材料を用いた比較サンプル#104のものである。

【0133】本実施例のサンプル#16～#18と、比較例の比較サンプル#103・#104とについて、上方向の透過率-液晶印加電圧特性を比較した場合、図8(a)では、曲線L1・L2・L3とも電圧を高くするに伴って透過率が充分下がることが確認された。これに対して、図9(a)では、曲線L11は、図8(a)の曲線L1・L2・L3と比較して、電圧を高くしていても十分に透過率が下がっていない。また、曲線L10は、電圧を高くしていくに伴い透過率は一度低下してから再び上昇する反転現象が確認された。

【0134】同様に、サンプル#16～#18と比較サンプル#103・#104とについて、左方向の透過率-液晶印加電圧特性を比較した場合、図8(b)では、曲線L4・L5・L6とも電圧を高くしていくと透過率はほぼ0近くになるまで低下していることが確認された。また、図9(b)でも、曲線L12は電圧を高くしていくと、図5(b)と同様に透過率がほぼ0近くになるまで低下するが、曲線L13については上記の反転現象

象が確認された。

【0135】同様に、サンプル#16～#18と比較サンプル#103・#104とについて、左方向の場合でも右方向と同様に、図8(c)の曲線L7・L8・L9および図9(c)の曲線L14は電圧を高くしていくと、すべて透過率はほぼ0近くになるまで低下するが、図9(c)の曲線L15のみ、反転現象が確認された。

【0136】さらに、サンプル#16～#18と比較サンプル#103・#104とについて、白色光のもとで目視確認を行った。

【0137】実施例のサンプル#16～#18及び比較サンプル#103については、視角を 50° としてどの方向から見ても、着色は確認されず良好な画質であった。これに対し、比較サンプル#104については、視角を 50° として左右方向から見た場合に、黄色からだいたい色に着色していることが確認された。

【0138】以上の結果から、図8(a)～(c)で示したように、液晶層8に波長550nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ がそれぞれ、0.070、0.080、0.095に設定された液晶材料を用いた場合には、電圧を印加していくと透過率は充分低下し、反転現象も見られないため、視野角が拡大し、また、着色現象もなく、液晶表示装置の表示品位が格段に向上していることがわかる。

【0139】それに対して、図9(a)～(c)で示したように、液晶層8に波長550nmにおける屈折率異方性 $\Delta n(550)$ がそれぞれ、0.060、0.120に設定された液晶材料を用いた場合には、視角依存性は充分に改善されないことがわかる。

【0140】また、位相差板2・3として、透明な支持体にディスコティック液晶をハイブリッド配向させた以外は、上記サンプル#16～#18、比較サンプル#103・#104と同様の、サンプル、比較サンプルに対しても、同様の結果が得られた。

【0141】また、上記位相差板2・3の屈折率楕円体の傾斜角度 θ を変化させて、傾斜角度 θ に対する透過率-液晶印加電圧特性の依存性を調べた結果、 $15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$ の範囲内であれば、位相差板2・3におけるディスコティック液晶の配向の状態に関係なく、基本的に変化しなかった。尚、上記範囲を越えた場合には、反視角方向の視野角が広がらないことが確認された。

【0142】さらに、上記位相差板2・3の第2のリタデーション値を変化させて、第2のリタデーション値に対する透過率-液晶印加電圧特性の依存性を調べた結果、第2のリタデーション値が80nm～250nmの範囲内であれば、位相差板2・3におけるディスコティック液晶の配向の状態に関係なく、基本的に変化しなかった。尚、上記範囲を越えた場合には、横方向(左右方向)の視野角が広がらないことが確認された。

【0143】また、上記比較サンプル#103・#10

4の目視試験の結果を基に、図1の液晶セル16における液晶層8に波長550nmにおける屈折率異方性 Δn (550)がそれぞれ、0.065、0.100、0.115の液晶材料を用いた以外は本実施例と同様の3つのサンプル#19～#21を用意し、図7に示した測定系を用いて、本実施例と同様の方法で受光素子21が一定の角度 ϕ で固定された場合のサンプル#19～#21への印加電圧に対する受光素子21の出力レベルを測定した。また、それぞれ白色光のもとで目視確認を行った。

【0144】その結果、屈折率異方性 Δn (550)を0.100としたサンプル#20、及び屈折率異方性 Δn (550)を0.115としたサンプル#21では、角度 ϕ 50°とした場合、左右方向において電圧を高くするとわずかに透過率の上昇が確認された。しかしながら、目視においては反転現象は生じておらず、この程度の透過率の上昇は使用に耐えうるものであった。上方向の結果においては何ら問題なかった。一方、屈折率異方性 Δn (550)を0.065としたサンプル#19では、前述した比較サンプル#103と同様に、上方向において電圧を高くすると透過率は一度沈んで浮き上がるような曲線となったが、図9(a)に示した比較サンプル#103のものに比べて透過率の上昇の度合は小さく、使用に耐えうるものであった。左右方向の結果においては何ら問題なかった。

【0145】また、目視検査においては、サンプル#20・#21では、黄色からだいたい色の若干の着色が確認されたが、問題にならない程度であった。サンプル#19では、若干ではあるが青みを呈していることが確認された。しかしながら、この程度の青みも問題にならないものであった。

【0146】また、補足として、サンプル#19と比較サンプル#103について、1V程度の電圧を印加し、液晶セル16の表面の法線方向の白表示時の透過率を測定した。その結果、比較サンプル#103では、使用に耐えない程度の透過率の低下が見られた。これに対し、サンプル#19では、若干の透過率の低下が確認されたが、使用に耐えうる程度のものであった。

【0147】(実施例5)ここでも、図7に示す前述の実施例5と同じ測定系を用いて液晶表示装置の視角依存性を同様に測定した。

【0148】本実施例では、図1の液晶セル16における第1分割部8a：第2分割部8bが、6：4、17：3、19：1に設定された液晶材料を用いた3つのサンプル#19～#21を用意した。

【0149】サンプル#19～#18における光学位相差板2・3としては、ディスコティック液晶を傾斜配向した前述の実施例1における光学位相差板2・3と同様のものを用いた。

【0150】このようなサンプル#19～#21を、図

7に示す測定系に設置して、受光素子21が一定の角度 ϕ で固定された場合の、サンプル#19～#21への印加電圧に対する受光素子21の出力レベルを測定した。

【0151】測定は、30°の角度 ϕ となるように受光素子21を配置し、y方向が画面の上側であり、x方向が画面の左側であると仮定して、受光素子21の配置位置を上方向、下方向、左方向、右方向にそれぞれ変えて行われた。また、z軸方向に受光素子21を配置した状態でも行われた。

10 【0152】その結果を、図10(a)～(c)に示す。図10(a)～(c)は、サンプル#19～#21に印加される電圧に対する光の透過率(透過率-液晶印加電圧特性)を表したグラフである。図10(a)が、分割比6：4のサンプル#19の測定結果であり、図10(b)が分割比17：3のサンプル#20、図10(c)が分割比19：1のサンプル#21の測定結果である。

20 【0153】上記の(a)～(c)において、実線で表される曲線L21はz軸方向、破線で表される曲線L22は下方向、点線で表される曲線L23は右方向、一点鎖線で表される曲線L24は上方向、二点鎖線で表される曲線L25は左方向の特性をそれぞれ表している。

【0154】図10(b)から分かるように、中間調表示域における透過率-印加電圧特性において、曲線・L22・L23・L24・L25が曲線L21に近接していることが確認された。それゆえ、中間調表示域では、画面の上下左右のいずれの方向に視角を傾けてもほぼ同様な視角特性を得ることができる。

30 【0155】下方向の測定では、オン状態で透過率がほぼ7%という低い一定値に保たれ、反転現象が確認されなかった。また、上方向の測定では、オン状態で透過率が下方向で測定された透過率より低い値であり十分低下していることが確認された。

【0156】また、図10(a)に示すように、分割比が6：4から、中間調表示域およびオン状態で曲線L22(下方向)と曲線L24(上方向)とが近づく傾向が現れ始め、分割比が大きくなるにしたがってその傾向が強まる。また、図10(c)に示すように、分割比が19：1から、曲線L22(下方向)が曲線L21(z軸方向)に近づく傾向が現れ始め、分割比が小さくなるにしたがってその傾向が強まる。これにより、下方向(正視角方向)について、表示画像が黒くつぶれる現象は抑制される。

【0157】加えて、上記の比が7：3から9：1の範囲に設定されている場合には、上記の17：3の場合のように、下方向と上方向とでバランスのとれた、良好な視角特性の改善が見られる。

【0158】なお、本液晶表示装置においては、液晶表示素子1の両側に2枚の光学位相差板2・3が設けられているが、いずれか1枚だけでも、上記のような視角特

性を得ることができる。1枚の場合、上下方向の視角特性はバランスがとれて改善されるが、左右方向の視角特性は非対称になる。これに対し、2枚の場合、上下方向の視角特性は1枚の場合と同様に改善されるとともに、左右方向の視角特性も対称になり、上下方向と同様に改善される。

【0159】ここで、比較のために、第1分割部8a：第2分割部8bが1：1に設定された比較サンプル#105を作成して、同様に図7に示す測定系に設置し、視角依存性を測定した。その結果を透過率-印加電圧特性のグラフを図11に示す。

【0160】このグラフにおいて、実線で表される曲線L31はz軸方向、破線で表される曲線L32は下方、点線で表される曲線L33は右方向、一点鎖線で表される曲線L34は上方、二点鎖線で表される曲線L35は左方向の特性をそれぞれ表している。

【0161】この結果より、左右方向については、オン状態で十分低い透過率が得られ、視角特性に問題はないことが確認された。これに対し、上下方向については、オン状態で十分に透過率が低下していないことが確認された。このように、本比較例の液晶表示装置は、上下方向に視角依存性を有している。

【0162】

【発明の効果】以上のように、請求項1の発明に係る液晶表示装置は、対向する表面に透明電極層及び配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光子と、上記液晶表示素子と上記偏光子との間に少なくとも1枚介在された光学位相差板であって、屈折率楕円体の3つの主屈折率 n_a 、 n_b 、 n_c が $n_a = n_c > n_b$ という関係を有し、表面内の主屈折率 n_a または n_c の方向を軸として、表面の法線方向に平行な主屈折率 n_b の方向と、表面内の主屈折率 n_a または n_c の方向とが時計まわり、または反時計まわりに傾斜することにより、上記屈折率楕円体が傾斜している光学位相差板とを備えた液晶表示装置において、上記配向膜が、各画素における上記液晶層が異なる比率で分割された分割液晶層をそれぞれ異なる方向に配向し、かつ、上記液晶層における液晶材料の屈折率異方性 Δn の光の波長に対する変化が、視角に依存した液晶画面の着色が発生しない範囲に設定されている構成である。

【0163】請求項2の発明に係る液晶表示装置は、請求項1の構成において、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ が、0以上0.010未満の範囲に設定されている構成である。

【0164】請求項3の発明に係る液晶表示装置は、請求項2の構成において、液晶層における液晶材料の、波

長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ の差 $\Delta n(450) - \Delta n(650)$ が、0以上0.0055以下の範囲に設定されている構成である。

【0165】請求項4の発明に係る液晶表示装置は、請求項1の構成において、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ が、1以上1.07未満の範囲に設定されている構成である。

【0166】請求項5の発明に係る液晶表示装置は、請求項4の構成において、液晶層における液晶材料の、波長450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(450) / \Delta n(550)$ が、1以上1.05以下の範囲に設定されている構成である。

【0167】請求項6の発明に係る液晶表示装置は、請求項1の構成において、液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ が、0.96より大きく1以下の範囲に設定されている構成である。

【0168】請求項7の発明に係る液晶表示装置は、請求項6の構成において、液晶層における液晶材料の、波長650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650)$ と波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ の比 $\Delta n(650) / \Delta n(550)$ が、0.975以上1以下の範囲に設定されている構成である。

【0169】これにより、請求項1ないし請求項7の発明に係る液晶表示装置では、液晶表示素子の位相差変化を光学位相差板による補償機能のみの場合の改善に加えて、上下左右方向の反転現象の改善ができ、加えて、特に視角に依存した液晶画面の着色現象をより一層防止することができるので、このような光学位相差板と液晶表示素子を含む液晶表示装置は、反転現象や反視角方向のコントラスト比の低下、着色現象を防止することができる。

【0170】特に、請求項2、4又は6の発明に係る液晶表示装置では、通常の液晶表示装置にて要求される視角 50° であらゆる方向から見た場合においても、充分に使用に耐えうる程度にまで液晶画面の着色を抑えることが可能となる。

【0171】さらに、請求項3、5又は7の発明に係る液晶表示装置では、視角 70° といつてさらに広視野角の液晶表示装置において、どの方向から見ても全く液晶画面の着色のない状態を実現できる。

【0172】それゆえ、上記構成は、白黒表示におけるコントラスト比が観視者の視角方向によって影響されないため、液晶表示装置の表示画像の品質が格段に向上するという効果を奏する。

【0173】また、請求項8の発明に係る液晶表示装置は、請求項1、2、4又は6の構成において、液晶層における液晶材料の、波長550nmの光に対する屈折率異方性 Δn (550)が、0.060より大きく0.120より小さい範囲に設定されている構成である。

【0174】これにより、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差を解消することができるため、表示画面において、視角に依存して生じる着色現象はもちろんのこと、コントラスト変化、左右方向の反転現象等もさらに改善することができる。

【0175】また、請求項9の発明に係る液晶表示装置は、請求項8の構成において、液晶層における液晶材料の、波長550nmの光に対する屈折率異方性 Δn (550)が、0.070以上0.095以下に範囲に設定されている構成である。

【0176】これにより、請求項8の発明に係る液晶表示装置よりも、より一層、視角に依存して生じるコントラスト変化、左右方向の反転現象等を改善することができる。

【0177】請求項10の発明に係る液晶表示装置は、請求項1、2、4、6又は8の構成において、全ての光学位相差板において、屈折率楕円体の傾斜角が15°から75°の間に設定されている構成である。

【0178】このように、液晶表示装置に介在される全ての光学位相差板において、屈折率楕円体の傾斜角を15°から75°の間に設定することで、前述した本発明の備えた光学位相差板による位相差の補償機能を確実に得ることができ、視認性を確実に向上し得る。

【0179】請求項11の発明に係る液晶表示装置は、請求項1、2、4、6又は8の構成において、全ての光学位相差板において、主屈折率 n_a と主屈折率 n_b との差と、光学位相差板の厚さ d との積 $(n_a - n_b) \times d$ が、80nmから250nmの間に設定されている構成である。

【0180】このように、液晶表示装置に介在される全ての光学位相差板において、主屈折率 n_a と主屈折率 n_b との差と、光学位相差板の厚さ d との積 $(n_a - n_b) \times d$ を、80nmから250nmの間に設定することで、前述した本発明の備えた光学位相差板による位相差の補償機能を確実に得ることができ、視認性を確実に向上し得る。

【0181】請求項12の発明に係る液晶表示装置は、請求項1の構成において、上記光学位相差板が、上記画素内で最も大きい上記分割液晶層に対して、上記配向膜の内面近傍の液晶分子が上記透明電極により電圧を印加されたときの傾斜方向と、屈折率楕円体の傾斜方向とが反対になるように配置されている構成である。

【0182】これにより、配向の影響を受けて電圧印加時でも立ち上がらない、配向膜の内面近傍の液晶分子による光学特性の偏りを光学位相差板で補償することがで

きる。それゆえ、視角を正視角方向に傾けたときに反転現象が抑制されるので、黒くつぶれない良好な表示画像を得ることができる。また、視角を反視角方向に傾けたときにコントラストの低下が抑制されるので、白みを帯びない良好な表示画像を得ることができる。しかも、左右方向について反転現象を抑制することが可能になる。

【0183】したがって、請求項12に記載の液晶表示装置を採用すれば、さらに、光学位相差板を介在させたTN型やSTN型の液晶表示装置の視角特性を大幅に向上させることができるという効果を奏する。

【0184】請求項13の発明に係る液晶表示装置は、請求項12の構成において、上記分割液晶層として第1分割液晶層とこれより小さい第2分割液晶層とが設けられ、上記第1分割液晶層と上記第2分割液晶層との大きさの比が6:4から19:1の範囲に設定されている構成である。これにより、請求項12に記載の液晶表示装置の視角特性をより確実に向上させることができるという効果を奏する。

【0185】請求項14の発明に係る液晶表示装置は、請求項13の構成において、上記第1分割液晶層と上記第2分割液晶層との大きさの比が7:3から9:1の範囲に設定されているので、極めて良好な視角特性を実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係る液晶表示装置の構成を分解して示す断面図である。

【図2】上記液晶表示装置に備えられた1画素における液晶分子のプレティルト方向を示す説明図である。

【図3】上記液晶表示装置の光学位相差板における主屈折率を示す斜視図である。

【図4】上記液晶表示装置における偏光板および光学位相差板の光学的な配置を液晶表示装置の各部を分解して示す斜視図である。

【図5】上記液晶表示装置の液晶層に用いられる一液晶材料の波長に対する屈折率異方性 Δn を示すグラフである。

【図6】上記液晶表示装置の液晶層に用いられる一液晶材料の波長に対する $\Delta n(\lambda) / \Delta n(550)$ を示すグラフである。

【図7】上記液晶表示装置の視角依存性を測定する測定系を示す斜視図である。

【図8】実施例4における液晶表示装置の透過率-液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図9】実施例4に対する比較例の液晶表示装置の透過率-液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図10】実施例5に関するもので、(a)は液晶層の配向分割比が6:4であるときの上記液晶表示装置の透過率-液晶印加電圧特性を示すグラフであり、(b)は液晶層の配向分割比が17:3であるときの上記液晶表示装置の透過率-液晶印加電圧特性を示すグラフであ

り、(c)は液晶層の配向分割比が19:1であるときの上記液晶表示装置の透過率-液晶印加電圧特性を示すグラフである。

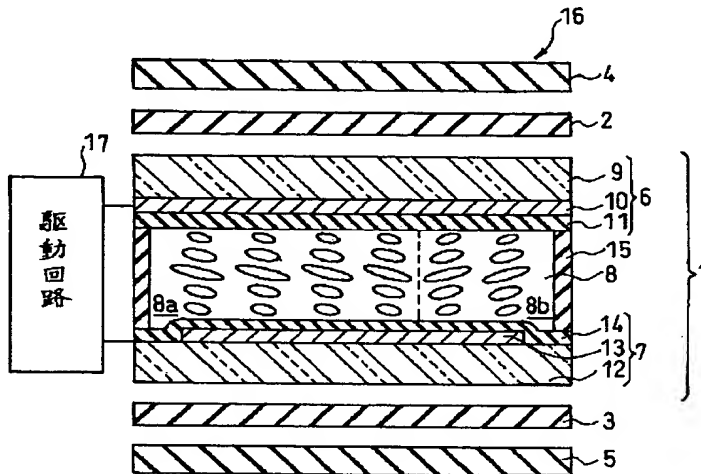
【図11】実施例5の比較例に関するもので、液晶層の配向分割比が1:1である液晶表示装置の透過率-液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図12】TN液晶表示素子における液晶分子のねじれ配向を示す模式図である。

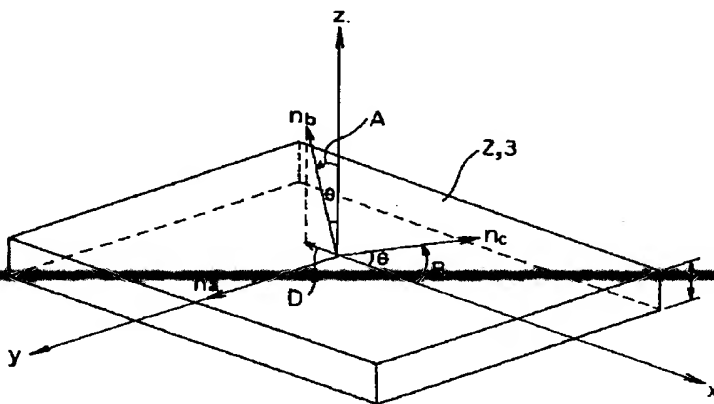
【符号の説明】

1 液晶表示素子

【図1】

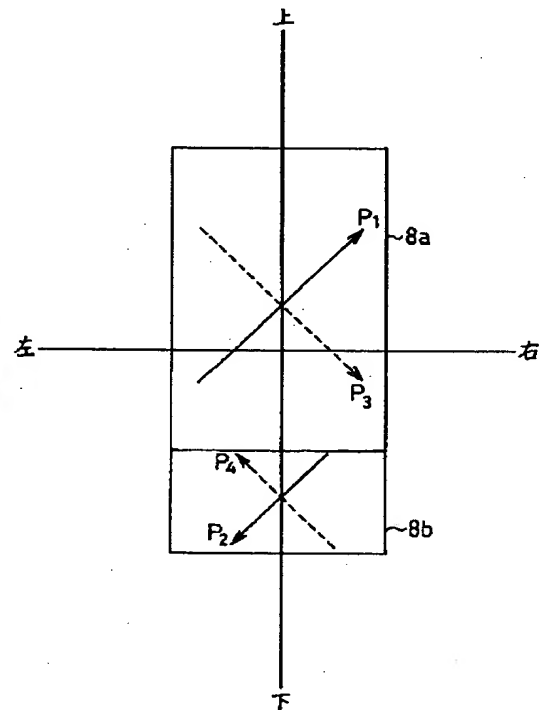


【図3】

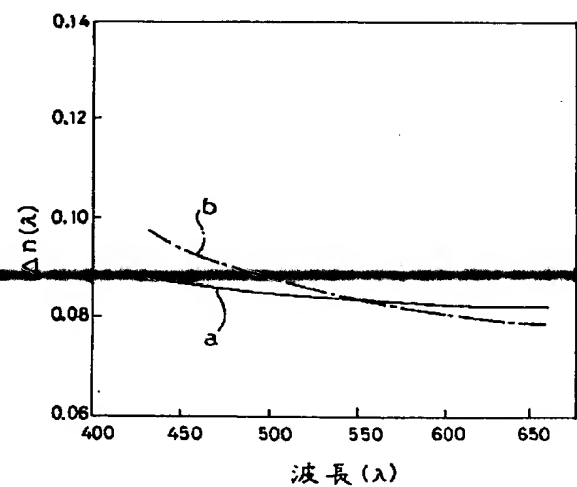


- | | |
|----------|-----------------------|
| 2・3 | 光学位相差板 |
| 4・5 | 偏光板 (偏光子) |
| 8 | 液晶層 |
| 8a | 第1分割部 (分割液晶層、第1分割液晶層) |
| 8b | 第2分割部 (分割液晶層、第2分割液晶層) |
| 9・12 | ガラス基板 (透光性基板) |
| 10・13 | 透明電極 (透明電極層) |
| 10 11・14 | 配向膜 |

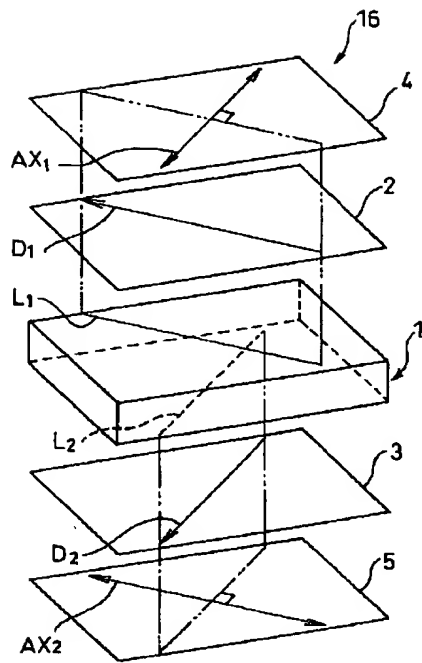
【図2】



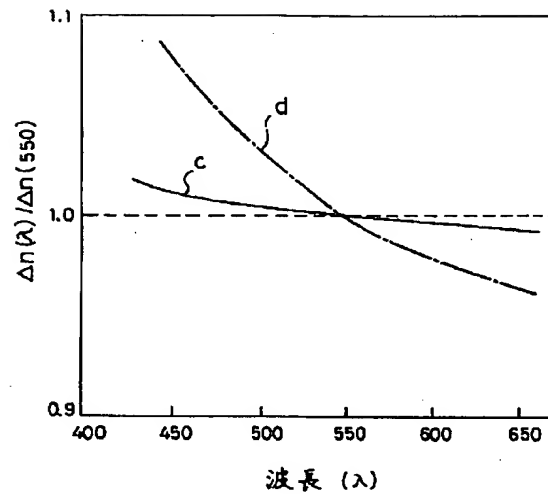
【図5】



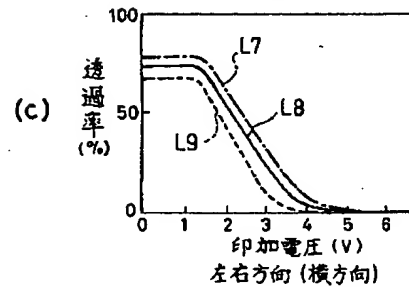
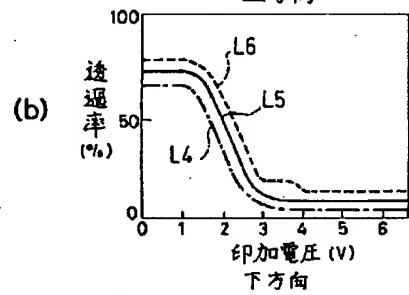
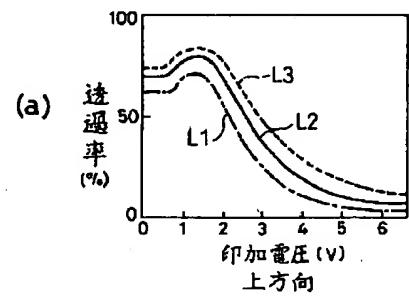
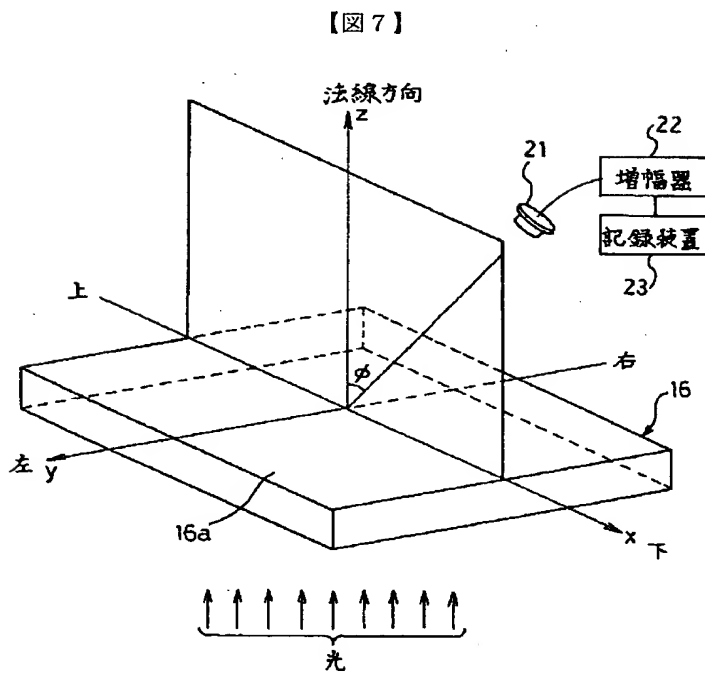
【図4】



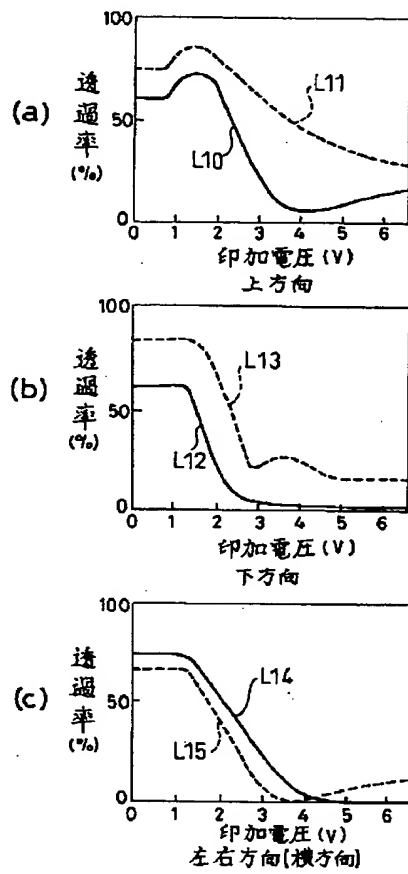
【図6】



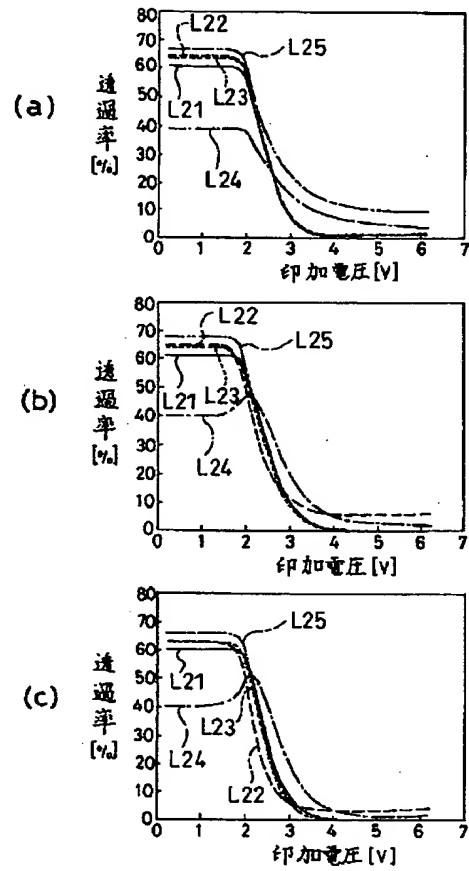
【図8】



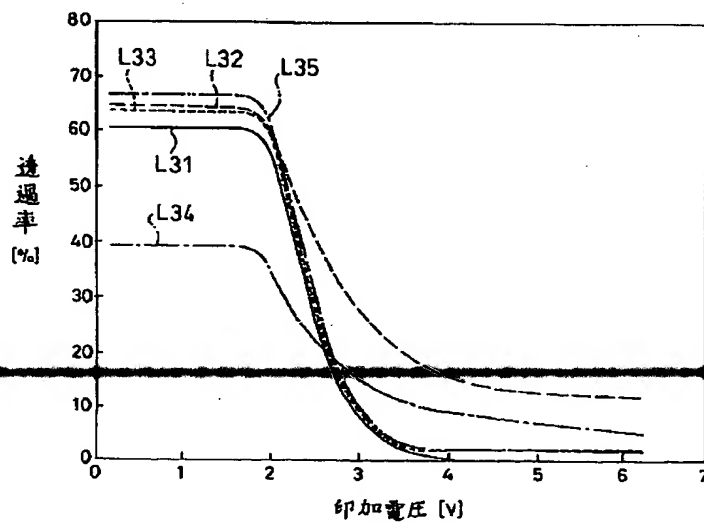
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図12】

